

PCT / I. B U 4 / 5 0 2 9 2



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

REC'D 23 MAR 2004

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03100742.0

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03100742.0  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 24.03.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Corporate Intellectual Property GmbH  
Habsburgerallee 11  
52064 Aachen  
ALLEMAGNE  
Koninklijke Philips Electronics N.V.  
Groenewoudseweg 1  
5621 BA Eindhoven  
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Lampe

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

H01J61/00

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT SE SI SK TR LI RO

## BESCHREIBUNG

### Lampe

- 5 Die Erfindung betrifft eine Lampe, zumindest mit einem Lampenkolben auf dessen Oberfläche zumindest teilweise ein Interferenzfilter angeordnet ist, wobei zumindest dieses Interferenzfilter aus mehreren Schichten besteht, sich in dessen Schichtaufbau eine Schicht mit einem höheren und eine Schicht mit einem niedrigeren Brechungsindex abwechseln und dieser Interferenzfilter zumindest eine Schutzschicht zur
- 10 Reduzierung von thermischen und/oder intrinsischen Spannungen umfasst.

- Hochdruckgasentladungslampen (HID- [high intensity discharge]-Lampen) und insbesondere UHP- (ultra high performance) Lampen werden auf Grund ihrer optischen Eigenschaften u.a. bevorzugt zu Projektionszwecken eingesetzt. Im Sinne der Erfindung
- 15 umfasst die Bezeichnung UHP-Lampe (Philips) auch UHP-artige Lampen anderer Hersteller.

- Für diese Anwendungen wird eine möglichst punktförmige Lichtquelle gefordert, so dass der sich zwischen den Elektroden spitzen ausbildende Lichtbogen eine bestimmte
- 20 Länge nicht überschreiten soll. Weiterhin ist eine möglichst hohe Lichtstärke bei möglichst natürlicher spektraler Zusammensetzung des Lichtes erwünscht.

- Die Integration von optischen Schichten, beispielsweise von Interferenzfiltern, auf Lampenkolben von Hochdruckgasentladungslampen kann das Design optischer Geräte
- 25 wesentlich vereinfachen.

- Ein solches Beispiel ist der integrierte Reflektor auf einer UHP-Lampe, welche als Lichtquelle in Datenbeamern eingesetzt werden kann. Dabei ist eine Hälfte des Lampenkolbens mit einem Spiegel, der als Interferenzfilter ausgebildet ist, versehen, so
- 30 dass das vom Lichtbogen emittierte Licht bevorzugt in die andere Hälfte des Lampenkolbens gelangt. Im Ergebnis dessen wird das emittierte Licht für das Projektionssystem effizienter nutzbar.

Solche Interferenzfilter sind regelmäßig mehrschichtig aufgebaut. Bei einem mehrschichtigen Aufbau des Interferenzfilters wechseln sich Schichten mit einem höheren und Schichten mit einem niedrigeren Brechungsindex ab. Der Brechungsindex der jeweiligen Schicht wird insbesondere durch das ausgewählte Material der Schicht  
5 bestimmt, wobei zumindest zwei diesbezüglich verschiedene dielektrische Materialien im Schichtaufbau anzutreffen sind.

Die Transmissions- und Reflektionseigenschaften der Filter werden durch das Design der unterschiedlichen Schichten des Filters, insbesondere deren Schichtdicke, bestimmt.  
10 Grundsätzlich ist eine gewünschte spektrale Zielfunktion um so besser zu verwirklichen je größer die Differenz zwischen den Brechungsindizes der unterschiedlichen Schichten des Filters ist. Bei einer großen Differenz zwischen den Werten der Brechungsindizes der Materialien der Schichten kann regelmäßig die Anzahl der sich abwechselnden Schichten und damit oft die Gesamtdicke des Interferenzfilters verringert werden.  
15 Besteht der Lampenkolben insbesondere aus Quarz oder dergleichen, wird als Material für die Schicht mit dem niedrigeren Brechungsindex oft  $\text{SiO}_2$  eingesetzt. Bei der Auswahl für das Material der Schicht mit dem höheren Brechungsindex muß der Bereich der üblichen Betriebstemperatur von UHP-Lampen, dessen oberer Bereich um etwa 1000 °C liegt, beachtet werden. Eine diesbezüglich ausreichende Temperaturbeständigkeit besitzt beispielsweise Zirkoniumoxid ( $\text{ZrO}_2$ ). Allerdings besitzt Zirkoniumoxid einen wesentlich höheren thermischen Ausdehnungskoeffizienten als Quarz. Daher kann es bei den hohen Betriebstemperaturen von Hochdruckgasentladungslampen, insbesondere von UHP-Lampen, zum Aufbau von Spannungen zwischen den Schichten des Interferenzfilters kommen, die zur Rissbildung im Filter bis hin zu dessen  
20 Zerstörung führen können bzw. eine unerwünschte erhöhte Lichtstreuung bewirken.  
25

Sollen Hochdruckgasentladungslampen, insbesondere UHP-Lampen, eingesetzt werden, müssen zwei wesentliche Forderungen gleichzeitig erfüllt werden:

30 Einerseits darf die höchste Temperatur an der inneren Oberfläche des Entladungsraums nicht so hoch werden, dass eine Entglasung des im allgemeinen aus Quarzglas

gefertigten Lampenkolbens auftritt. Dies kann deshalb problematisch sein, weil durch die starke Konvektion innerhalb des Entladungsraums der Lampe der Bereich oberhalb des Lichtbogens besonders stark erwärmt wird.

- 5 Andererseits muss die kälteste Stelle an der inneren Oberfläche des Entladungsraums noch eine so hohe Temperatur aufweisen, dass sich das Quecksilber dort nicht niederschlägt, sondern insgesamt in ausreichendem Maße im verdampften Zustand erhalten bleibt. Dies ist im besonderen Maße bei Lampen mit gesättigter Gasfüllung zu beachten.

- 10 Diese beiden widerstrebenden Forderungen führen dazu, dass die maximal zulässige Differenz zwischen der höchsten und der niedrigsten Temperatur relativ gering ist. Bei einem Betreiben dieser Hochdruckgasentladungslampen an der Belastungsgrenze der Konstruktionsmaterialien kann jede Veränderung des Temperaturfeldes, beispielsweise  
15 eine Temperaturerhöhung, negative Auswirkungen auf die Leistungsparameter, wie die Lebensdauer, haben.

- Dieses optimierte System reagiert sehr sensible auf Maßnahmen, die das Temperaturfeld im Entladungsraum beeinflusst bzw. verändert. Das Aufbringen einer reflektierenden  
20 Schicht auf die äußere Oberfläche stellt eine solche Maßnahme dar, wodurch die Betriebstemperatur der UHP-Lampe verglichen mit einer solchen Lampe ohne eine Beschichtung normalerweise ansteigt. Dies ist u.a. darin begründet, dass durch eine Mehrfachreflektion im Innern der Lampe eine erhöhte Reabsorption regelmäßig eintritt. Regelmäßig führt die Beschichtung, wie beispielsweise ein mehrschichtiger Interferenz-  
25 filter, außerdem zu einer Verringerung der Wärmeabstrahlung der Lampenoberfläche gegenüber der reinen Quarzoberfläche einer unbeschichteten Oberfläche, so dass die Lampe weniger Wärme abgeben kann und sich damit die Betriebstemperatur vergleichs-  
weise erhöht.

- 30 Um eine möglichst geringe Veränderung des Temperaturfeldes bei Verwendung von mehrschichtigen Interferenzfilter zu erreichen, ist die Dicke des Interferenzfilters, der eine Schutzschicht umfasst, möglichst gering gehalten.

Wird eine UHP-Lampe beispielsweise in einem Projektionssystem eingesetzt, so hat das Design der mehrschichtigen Interferenzfilter regelmäßig besondere Anforderungen zu erfüllen, wobei eine möglichst geringe Dicke der Schutzschicht, die möglichst variabel anordenbar ist, neue Möglichkeiten bezüglich des Designs eröffnen könnte.

Auch Halogenlampen werden für spezielle Anwendungen mit optischen Interferenzfiltern beschichtet, um insbesondere deren Effizienz zu erhöhen. Dabei werden Infrarotanteile des ausgesandten Spektrums, die ansonsten für Beleuchtungszwecke nicht nutzbar sind, hin zur Glühwendel reflektiert und reabsorbiert. Diese reabsorbierte Leistung trägt zur Heizung der Glühwendel bei und ermöglicht damit eine Absenkung der diesbezüglichen notwendigen elektrischen Leistung. Hierbei werden als hochbrechende Schichten oft Materialien aus der Gruppe Titanoxid, Tantalexid, Niobiumoxid oder deren Mischungen verwendet. Da bei solchen Anwendungen neben einem breiten Reflektionsband im Infraroten auch eine gute Transmission im Sichtbaren benötigt wird, werden dort regelmäßig komplizierte Filter mit großer Schichtzahl und Gesamtdicke, beispielsweise mehr als 60 Schichten und einer Gesamtdicke über 6 µm, eingesetzt. Auch diese Materialien, obwohl deren Unterschied im thermischen Ausdehnungskoeffizienten zum Material des Lampenkolbens (Substrat) geringer ist als beispielsweise beim  $ZrO_2$ , stoßen an Stabilitätsgrenzen bei den üblichen Betriebstemperaturen der Halogenlampen. Somit besteht ein Bedarf nach erweiterten Designmöglichkeiten von mehrschichtigen Interferenzfiltern mit spannungsreduzierenden Schichten bei dickeren und wirksameren Filterbeschichtungen.

Aus der US 5,923,471 ist eine grundsätzliche Lösung für unterschiedlichste Anwendungsfälle von Lampen und Displays durch Aufbringen einer äußeren Schutzschicht auf das eigentlich optisch wirksame mehrschichtige Interferenzfilter bekannt. Es wird u.a. diesbezüglich vorgeschlagen, dass im Bereich von Betriebstemperaturen zwischen der Raumtemperatur und einer Temperatur von etwa 1200 °C die Dicke der Schutzschicht eine bestimmte Dicke nicht unterschreiten darf, um den gewünschten Erfolg zu erreichen. Als solche Mindestdicke der Schutzschicht wird ein Wert angegeben, der

zumindest 50% des Wertes aller anderen Silikat-Schichten des Interferenzfilters nicht unterschreiten darf. Diese notwendige Dicke der Schutzschicht ist für unterschiedlichste Spezialanwendungen von Hochdruckgasentladungslampen, insbesondere von UHP-Lampen, beispielsweise auf Grund hoher Herstellungskosten im Rahmen einer industriellen Massenfertigung nur aufwendig realisierbar. Nachteilig ist bei dieser Lösung außerdem, dass die äußerste Schicht des Interferenzfilters immer die Schutzschicht sein muß, so dass die Designmöglichkeit des Interferenzfilters damit notwendigerweise beschränkt ist.

Die Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, besteht deshalb darin, eine Lampe der eingangs genannten Art bzw. eine Beleuchtungseinheit mit einer solchen Lampe zu schaffen, deren Lampenkolben ein in der industriellen Massenproduktion effektiv herzustellendes Interferenzfilter mit Schutzschicht besitzt und deren Dicke auf die gewünschten Betriebstemperaturen abstimmbare ist.

15

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

Diese erfindungsgemäße Lampe besitzt einen Lampenkolben, auf dessen Oberfläche zumindest teilweise zumindest ein Interferenzfilter angeordnet ist, wobei zumindest dieses Interferenzfilter aus mehreren Schichten besteht, sich in dessen Schichtaufbau eine Schicht mit einem höheren und eine Schicht mit einem niedrigeren Brechungsindex abwechseln, zumindest die äußerste Schicht und/ oder zumindest eine innere Schicht des Interferenzfilters eine Schutzschicht zur Reduzierung von thermischen und/oder intrinsischen Spannungen ist oder sind und die Dicke der Schutzschicht oder der Schutzschichten einen Wert von unter 40% des Wertes aller anderen Schichten mit dem niedrigeren Brechungsindex besitzt.

20  
25

Die erfindungsgemäße Lösung basiert auf der durch umfängliche Versuche mit UHP-Lampen, d.h. Versuche mit unterschiedlichsten Designs bezüglich des Interferenzfilters, gewonnenen Ergebnisse. Diese Ergebnisse beinhalten insbesondere die Erkenntnis, dass bei Hochdruckentladungslampen die Auswahl der Materialien der Beschichtung,

30

das Design der einzelnen Schichten und deren Anordnung im Schichtverband von wesentlicher Bedeutung zum Erreichen der gewünschten spektralen Zielfunktion sind. Bei mehrschichtigen Interferenzfiltern mit einer relativ großen Schichtdicke, d.h. mit einer Dicke über ca. 3  $\mu\text{m}$ , ist beispielsweise die Anordnung zumindest einer Schutzschicht innerhalb des Schichtverbandes wesentlich.

Die bisher gültige Regel für die Mindestdicke der Schutzschicht, gemäß US 5,923,471, konnte überraschenderweise deutlich unterschritten werden. Damit lassen sich solche mehrschichtigen Interferenzfilter erstmals effektiv in der industriellen Massenfertigung herstellen. Die Verringerung der Dicke der Schutzschicht bewirkt insbesondere Einsparungen an Beschichtungsmaterialien und eine Verringerung der Taktzeiten während der Herstellung der Interferenzfilter. Außerdem werden neue Designmöglichkeiten und Anwendungsgebiete von Hochdruckentladungslampen mit solchen Interferenzfiltern eröffnet.

Die Vorauswahl der Materialien des Interferenzfilters sowie des Verfahrens zum Aufbringen der entsprechenden Schichten des Filters erfolgt in üblicher Art und Weise und ist insbesondere auf die jeweilige Anwendung bezogen. Das ausgewählte Material sollte beispielsweise zu einer möglichst geringen Absorption führen. Außerdem müssen diese Materialien eine ausreichende Temperaturfestigkeit aufweisen, d.h. insbesondere auf die jeweilige maximale Betriebstemperatur der Lampe abstimmbare sein.

Die Unteransprüche haben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zum Inhalt.

Bevorzugt ist, dass sich die Materialien der Schutzschicht, der Schicht mit dem niedrigeren Brechungsindex und des Lampenkolbens nahezu entsprechen.

Das diesbezügliche Material besteht insbesondere aus  $\text{SiO}_2$ .

Die Ausführung gemäß Anspruch 3 bevorzugt, dass die Schicht des Interferenzfilters mit dem niedrigeren Brechungsindex bevorzugt aus überwiegend  $\text{SiO}_2$  und die zweite



Schicht des Interferenzfilters aus einem Material, bevorzugt aus überwiegend Zirkoniumoxid ( $\text{ZrO}_2$ ), welches einen höheren Brechungsindex als  $\text{SiO}_2$  besitzt, besteht.

5 Bevorzugt gemäß Anspruch 4 ist, dass die zweite Schicht aus einem Material aus der Gruppe Titanoxid, Tantaloxid, Niobiumoxid, Hafniumoxid, Siliziumnitrid, besonders bevorzugt Zirkoniumoxid  $\text{ZrO}_2$ , oder einem Gemisch dieser Materialien besteht.  $\text{ZrO}_2$  ist dabei besonders bevorzugt, da es weniger absorbiert und temperaturbeständiger ist als die meisten anderen Materialien.

10 Neben den vorgenannten Materialien und deren Mischungen sind im Rahmen der Erfindung weitere Materialien verwendbar, die beispielsweise durch entsprechende Tests auf deren Anwendbarkeit überprüft werden können.

15 Bevorzugte Verfahren zur Herstellung der Interferenzfilter sind bekannte Standardverfahren der Dünnschichttechnik, insbesondere mittels Verdampfen, Sputtern, chemischer Gasphasenabscheidung oder Tauchen.

Die Lampe ist bevorzugt eine Hochdruckgasentladungslampe oder eine Halogenlampe.

20 Außerdem ist bevorzugt, dass die Schutzschicht oder alle Schutzschichten innerhalb des Interferenzfilters angeordnet ist oder sind. Es ist in diesem Fall keine äußere diesbezügliche Schutzschicht vorhanden.

25 Bezüglich einer weiteren Optimierung des Designs ist bei einer gewünschten spektralen Zielfunktion bevorzugt, dass mehrere Schutzschichten innerhalb des Interferenzfilters angeordnet sind.

Die Aufgabe der Erfindung wird außerdem durch eine Beleuchtungseinheit mit zumindest einer Lampe nach einem der Ansprüche 1 bis 6 gelöst.

30

Eine solche Beleuchtungseinheit mit zumindest einer Hochdruckgasentladungslampe kann insbesondere für Projektionszwecke eingesetzt werden.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform anhand der Zeichnung.

Es zeigen:

- 5 Fig. 1 die schematische Schnittdarstellung eines Lampenkolbens einer Hochdruckgasentladungslampe (UHP-Lampe), der einen 33-schichtigen Interferenzfilter trägt,
- Fig. 2 Schichtaufbau eines 48-schichtigen Interferenzfilters ohne Schutzschicht (Stand  
10 der Technik),
- Fig. 3 Schichtaufbau eines 49-schichtigen Interferenzfilters mit äußerer Schutzschicht (Stand der Technik) und
- Fig. 4 Schichtaufbau eines 48-schichtigen Interferenzfilters mit inneren Schutzschichten.
- 15 Figur 1 zeigt schematisch in Schnittdarstellung (Figur 1.1) einen Lampenkolben 1 mit einem Entladungsraum 21 einer erfindungsgemäßen Hochdruckgasentladungslampe (UHP-Lampe). Der aus einem Stück bestehende Lampenkolben 1, der den mit einem diesbezüglich üblichen Gas gefüllten Entladungsraum 21 hermetisch verschließt und  
20 dessen Material üblicherweise Hartglas oder Quarzglas ist, umfasst zwei zylindrische und sich gegenüberliegende Bereiche 61, 62 zwischen denen sich ein im wesentlichen kugelförmiger Bereich 63 mit einem Durchmesser im Bereich von etwa 8 mm bis 14 mm befindet. Der elliptisch geformte Entladungsraum 21 mit einer Elektroden-  
anordnung 2 ist mittig im Bereich 63 angeordnet. Die Elektrodenanordnung 2 umfasst  
25 im wesentlichen eine erste Elektrode 22 sowie eine zweite Elektrode 23 zwischen deren sich gegenüberliegenden Spitzen im Entladungsraum 21 eine Lichtbogen-Entladung angeregt wird, wobei der Lichtbogen als Lichtquelle der Hochdruckgasentladungslampe dient. Die Enden der Elektroden 22, 23 sind mit elektrischen Anschlüssen 71, 72 der  
Lampe verbunden, über die durch ein in Figur 1.1 nicht dargestelltes Netzteil, ausgelegt  
30 für eine allgemeine Netzspannung, die zum Betrieb der Lampe erforderliche Versorgungsspannung zugeführt wird.

Auf der äußeren Oberfläche des Bereiches 63 ist ein Interferenzfilter 3 sowie die Lichtaustrittsöffnung 5 angeordnet. Das Interferenzfilter 3 ist insgesamt etwa 3 µm dick, wobei dieses mehrere Schichten besitzt und als sog. Kaltlichtspiegel wirkt. Die äußerste Schicht des Interferenzfilters 3, die insbesondere aus SiO<sub>2</sub> besteht, ist eine Schutzschicht 4 zur Reduzierung von thermischen und intrinsischen Spannungen. Das Design des Interferenzfilters 3, einschließlich der Schutzschicht 4, bzw. dessen Aufbau ist in Figur 1.2 ersichtlich. Das Interferenzfilter 3 ist 33-schichtig aufgebaut, wobei die Gesamtschichtdicke der Schichten aus SiO<sub>2</sub> 1993,3 nm und die Gesamtschichtdicke der Schichten aus ZrO<sub>2</sub> 1092,3 nm beträgt. Die Dicke der Schutzschicht 4, welche die äußerste Schicht des Interferenzfilter 3 hin zur Luft bildet, beträgt 513,5 nm.

Die beiden unterschiedlichen Schichten 3.1 und 3.2 des Interferenzfilter 3 sind insbesondere durch einen differierenden Brechungsindex charakterisiert, wobei eine Schicht mit einem niedrigen Index einem höheren abwechselnd folgt. Als Material der Schicht 3.2 mit dem niedrigeren Brechungsindex dient SiO<sub>2</sub>; als Material der Schicht 3.1 mit dem höheren ZrO<sub>2</sub>. Der Wert der Schutzschicht 4 beträgt somit ca. 35% des Wertes der gesamten Dicke der anderen Schichten aus SiO<sub>2</sub>, d.h. der Schichten 3.2.

Der schichtweise Auftrag des Interferenzfilters 3 und der Schutzschicht 4 erfolgt in einem Herstellungsprozeß durch ein an sich bekanntes Sputterverfahren.

An einer UHP-Lampe mit dem vorbeschriebenen Lampenkolben 1 und betrieben bei einer Nennleistung von 120 W konnte auch nach mehreren tausend Betriebsstunden im Grenz-/Hochlastbereich keine wesentlichen über die normale Alterung von vergleichbaren Lampen hinausgehenden Beeinträchtigungen festgestellt werden.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung betrifft eine Hochdruckgasentladungslampe, die als Kurzbogenlampe ausgeführt ist und Projektionszwecken dient.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 zeigt tabellarisch den Schichtaufbau eines 48-schichtigen Interferenzfilters ohne Schutzschicht auf. Dieses Design eines Interferenzfilter würde man üblicherweise wählen, so nachfolgende spektrale Zielfunktion, nämlich eine Reflektion von größer als 95% im Bereich von 400 nm bis 780 nm sowie einer Reflektion von kleiner als 20% im Bereich von 825 nm bis 2000 nm, gewünscht wäre. Dieses Interferenzfilter ist 48-schichtig aufgebaut, wobei die Gesamtschichtdicke der Schichten aus  $\text{SiO}_2$  2327 nm und die Gesamtschichtdicke der Schichten aus  $\text{ZrO}_2$  1353 nm beträgt. Die Gesamtdicke des Filters beträgt somit 3680 nm. Dieses Interferenzfilter besitzt jedoch nicht die erforderliche Temperaturbeständigkeit im Bereich von Betriebstemperaturen zwischen der Raumtemperatur und einer Temperatur von etwa 1000 °C.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 zeigt tabellarisch den Schichtaufbau eines 49-schichtigen Interferenzfilters mit einer äußeren Schutzschicht gemäß der Lehre nach US 5,923,471 auf. Dieses Interferenzfilter ist 49-schichtig aufgebaut, wobei die Gesamtschichtdicke der Schichten aus  $\text{SiO}_2$  3382 nm beträgt, wobei dieser Wert die Dicke der äußeren Schutzschicht von 1163 nm beinhaltet. Die Gesamtschichtdicke der Schichten aus  $\text{ZrO}_2$  beträgt 1382 nm. Die Gesamtdicke des Filters beträgt unter Berücksichtigung der Dicke der Schutzschicht 4764 nm. Der Wert der Schutzschicht beträgt somit ca. 52 % des Wertes der gesamten Dicke aller anderen Schichten aus  $\text{SiO}_2$ .

Das Ausführungsbeispiel gemäß Figur 4 zeigt tabellarisch den Schichtaufbau eines 48-schichtigen erfindungsgemäßen Interferenzfilters 3 mit zwei inneren Schutzschichten (19. Schicht und 37. Schicht) auf. Dieses Interferenzfilter 3 ist 48-schichtig aufgebaut, wobei die Gesamtschichtdicke der Schichten aus  $\text{SiO}_2$  3230 nm und die Gesamtschichtdicke der Schichten aus  $\text{ZrO}_2$  1496 nm beträgt. Die Gesamtdicke des Interferenzfilters beträgt etwa 4726 nm. Die Dicke der beiden Schichten (19. Schicht und 37. Schicht) beträgt insgesamt 965 nm, wobei diese 572 nm (19. Schicht) bzw. 393 nm (37. Schicht) stark sind. In der 19. Schicht und der 37. Schicht ist jeweils eine Schutzschicht 4 aus  $\text{SiO}_2$  integriert. Unter der Annahme, dass sich bei Vernachlässigung der Schutzschichten 4 die Interferenzfilter gemäß Figur 2 und Figur 4 bezüglich der Dicke der jeweiligen

Schichten, insbesondere der 19. und der 37. Schicht, etwa entsprechen, ergibt sich somit ein rechnerisch zu ermittelnder Wert für die Dicke der beiden Schutzschichten 4. Die beiden Schutzschichten 4 sind somit ca. 775 nm dick. Der Wert der beiden integrierten Schutzschichten 4 beträgt damit ca. 32 % des Wertes der gesamten Dicke aller anderen

5 Schichten aus  $\text{SiO}_2$ .

**PATENTANSPRÜCHE**

1. Lampe, die einen Lampenkolben (1) besitzt, auf dessen Oberfläche zumindest teilweise zumindest ein Interferenzfilter (3) angeordnet ist, wobei zumindest dieses Interferenzfilter (3) aus mehreren Schichten besteht, in dessen Schichtaufbau eine Schicht (3.1) mit einem höheren und eine Schicht (3.2) mit einem niedrigeren
- 5 Brechungsindex abwechseln, zumindest die äußerste Schicht und/ oder zumindest eine innere Schicht des Interferenzfilters (3) eine Schutzschicht (4) zur Reduzierung von thermischen und/oder intrinsischen Spannungen ist oder sind, und die Dicke der Schutzschicht (4) oder der Schutzschichten (4) einen Wert von unter 40% des Wertes aller anderen Schichten mit dem niedrigeren Brechungsindex besitzt.
- 10
2. Lampe nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass sich die Materialien der Schutzschicht (4), der Schicht (3.2) und des Lampenkolbens (1) nahezu entsprechen.
- 15
3. Lampe nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Schicht (3.2) des Interferenzfilters (3) mit dem niedrigeren Brechungsindex bevorzugt aus überwiegend  $\text{SiO}_2$  und die zweite Schicht (3.1) des Interferenzfilters (3)
- 20 aus einem Material, bevorzugt aus überwiegend Zirkoniumoxid ( $\text{ZrO}_2$ ), welches einen höheren Brechungsindex als  $\text{SiO}_2$  besitzt, besteht.

4. Lampe nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass die zweite Schicht (3.1) aus einem Material aus der Gruppe Titanoxid, Tantaloxid, Niobiumoxid, Hafniumoxid, Siliziumnitrid, besonders bevorzugt Zirkoniumoxid  $ZrO_2$ ,

5 oder einem Gemisch dieser Materialien besteht.

5. Lampe nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Lampe eine Hochdruckgasentladungslampe oder eine Halogenlampe ist.

10

6. Lampe nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die eine Schutzschicht (4) oder alle Schutzschichten (4) innerhalb des Interferenzfilters (3) angeordnet ist oder sind.

15

7. Beleuchtungseinheit mit zumindest einer Lampe nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

20

## ZUSAMMENFASSUNG

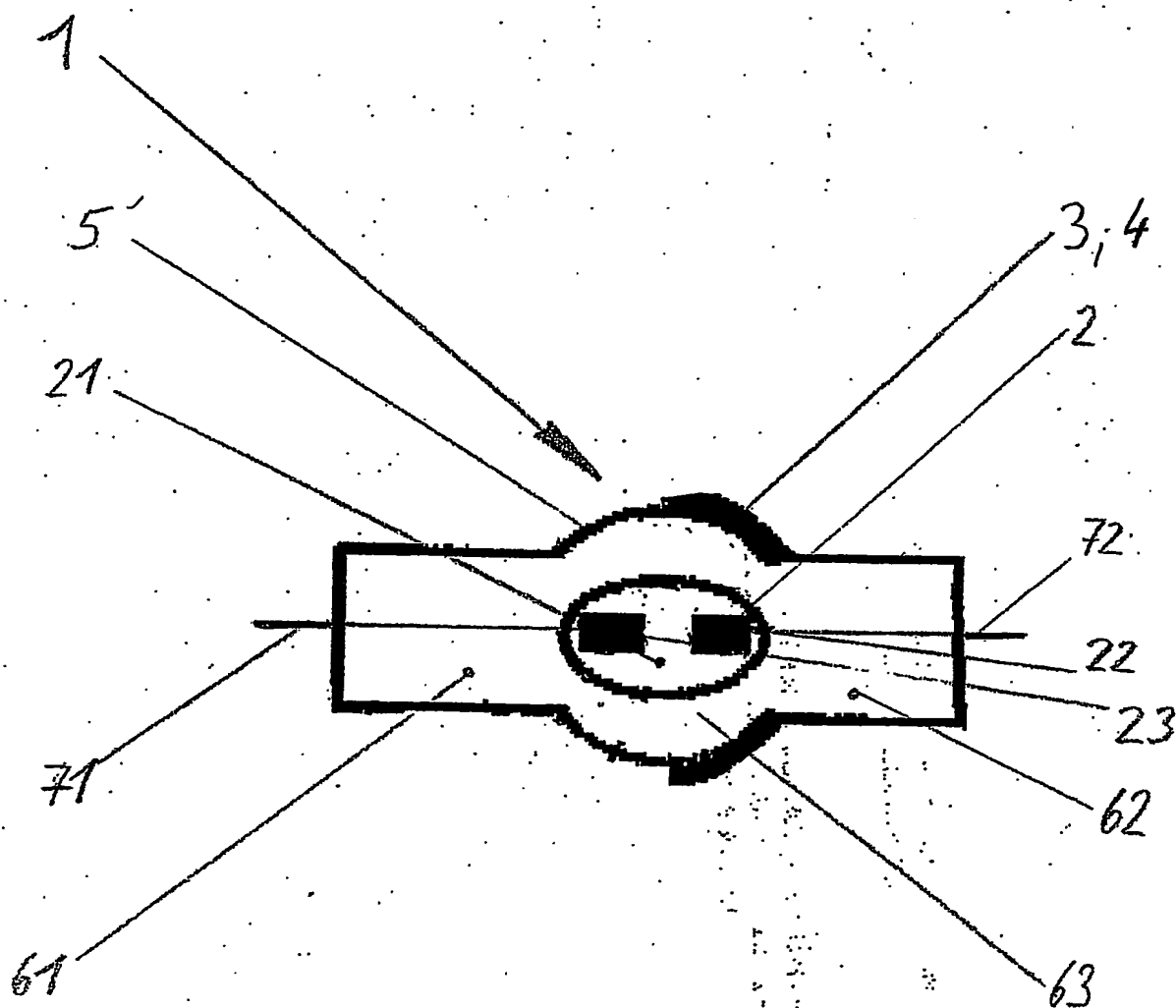
### Lampe

- Die Erfindung betrifft eine Lampe, die einen Lampenkolben (1) besitzt, auf dessen
- 5 Oberfläche zumindest teilweise zumindest ein Interferenzfilter (3) angeordnet ist, wobei zumindest dieses Interferenzfilter (3) aus mehreren Schichten besteht, in dessen Schichtaufbau eine Schicht (3.1) mit einem höheren und eine Schicht (3.2) mit einem niedrigeren Brechungsindex abwechseln, zumindest die äußerste Schicht und/ oder zumindest eine innere Schicht des Interferenzfilters (3) eine Schutzschicht (4) zur
- 10 Reduzierung von thermischen und/oder intrinsischen Spannungen ist oder sind, und die Dicke der Schutzschicht (4) oder der Schutzschichten (4) einen Wert von unter 40% des Wertes aller anderen Schichten mit dem niedrigeren Brechungsindex besitzt.

Fig. 1.1



Fig. 1. 1



Figur 1.2

Schicht	Material	Dicke (nm)
Substrat	Quarz	
1	SiO <sub>2</sub>	50.00
2	ZrO <sub>2</sub>	98.10
3	SiO <sub>2</sub>	119.10
4	ZrO <sub>2</sub>	88.50
5	SiO <sub>2</sub>	114.70
6	ZrO <sub>2</sub>	79.20
7	SiO <sub>2</sub>	119.20
8	ZrO <sub>2</sub>	87.90
9	SiO <sub>2</sub>	135.90
10	ZrO <sub>2</sub>	81.30
11	SiO <sub>2</sub>	103.50
12	ZrO <sub>2</sub>	73.90
13	SiO <sub>2</sub>	110.50
14	ZrO <sub>2</sub>	73.70
15	SiO <sub>2</sub>	79.20
16	ZrO <sub>2</sub>	54.20
17	SiO <sub>2</sub>	95.30
18	ZrO <sub>2</sub>	73.40
19	SiO <sub>2</sub>	100.30
20	ZrO <sub>2</sub>	66.30
21	SiO <sub>2</sub>	85.10
22	ZrO <sub>2</sub>	55.80
23	SiO <sub>2</sub>	77.90
24	ZrO <sub>2</sub>	58.60
25	SiO <sub>2</sub>	82.10
26	ZrO <sub>2</sub>	48.70
27	SiO <sub>2</sub>	57.50
28	ZrO <sub>2</sub>	55.20
29	SiO <sub>2</sub>	86.40
30	ZrO <sub>2</sub>	60.50
31	SiO <sub>2</sub>	63.10
32	ZrO <sub>2</sub>	37.00
33	SiO <sub>2</sub>	513.50

Figur: 2

Schicht	Material	Dicke (nm)
Substrat	Quarz	
1	SiO <sub>2</sub>	131.84
2	ZrO <sub>2</sub>	46.19
3	SiO <sub>2</sub>	86.06
4	ZrO <sub>2</sub>	6.7
5	SiO <sub>2</sub>	79.86
6	ZrO <sub>2</sub>	58.83
7	SiO <sub>2</sub>	51.62
8	ZrO <sub>2</sub>	9.62
9	SiO <sub>2</sub>	94
10	ZrO <sub>2</sub>	68.64
11	SiO <sub>2</sub>	167.58
12	ZrO <sub>2</sub>	47.84
13	SiO <sub>2</sub>	117.85
14	ZrO <sub>2</sub>	16.61
15	SiO <sub>2</sub>	50.18
16	ZrO <sub>2</sub>	61.48
17	SiO <sub>2</sub>	136.41
18	ZrO <sub>2</sub>	79.04
19	SiO <sub>2</sub>	108.51
20	ZrO <sub>2</sub>	83.66
21	SiO <sub>2</sub>	127.65
22	ZrO <sub>2</sub>	82.82
23	SiO <sub>2</sub>	135.36
24	ZrO <sub>2</sub>	73.92
25	SiO <sub>2</sub>	96.96
26	ZrO <sub>2</sub>	67.14
27	SiO <sub>2</sub>	103.75
28	ZrO <sub>2</sub>	69.36
29	SiO <sub>2</sub>	89.59
30	ZrO <sub>2</sub>	67.88
31	SiO <sub>2</sub>	98.98
32	ZrO <sub>2</sub>	74.34
33	SiO <sub>2</sub>	105.54
34	ZrO <sub>2</sub>	62.58
35	SiO <sub>2</sub>	80.87
36	ZrO <sub>2</sub>	57.94
37	SiO <sub>2</sub>	81.94
38	ZrO <sub>2</sub>	57.68
39	SiO <sub>2</sub>	75.1
40	ZrO <sub>2</sub>	49
41	SiO <sub>2</sub>	74.85
42	ZrO <sub>2</sub>	58.29
43	SiO <sub>2</sub>	76.34
44	ZrO <sub>2</sub>	47.95
45	SiO <sub>2</sub>	69.43
46	ZrO <sub>2</sub>	59.28
47	SiO <sub>2</sub>	86.61
48	ZrO <sub>2</sub>	46.57
49		

Figur: 3

Schicht	Material	Dicke (nm)
Substrat	Quarz	
1	SiO <sub>2</sub>	59.03
2	ZrO <sub>2</sub>	44.66
3	SiO <sub>2</sub>	29.01
4	ZrO <sub>2</sub>	27.25
5	SiO <sub>2</sub>	104.5
6	ZrO <sub>2</sub>	72.74
7	SiO <sub>2</sub>	29.84
8	ZrO <sub>2</sub>	20.15
9	SiO <sub>2</sub>	71.45
10	ZrO <sub>2</sub>	91.25
11	SiO <sub>2</sub>	150.74
12	ZrO <sub>2</sub>	54.19
13	SiO <sub>2</sub>	132.37
14	ZrO <sub>2</sub>	15.19
15	SiO <sub>2</sub>	45.94
16	ZrO <sub>2</sub>	33.33
17	SiO <sub>2</sub>	194.53
18	ZrO <sub>2</sub>	69.2
19	SiO <sub>2</sub>	105.7
20	ZrO <sub>2</sub>	84.27
21	SiO <sub>2</sub>	114.74
22	ZrO <sub>2</sub>	80.71
23	SiO <sub>2</sub>	150.2
24	ZrO <sub>2</sub>	68.48
25	SiO <sub>2</sub>	98.95
26	ZrO <sub>2</sub>	75.88
27	SiO <sub>2</sub>	101.47
28	ZrO <sub>2</sub>	63.41
29	SiO <sub>2</sub>	91.81
30	ZrO <sub>2</sub>	67.74
31	SiO <sub>2</sub>	98.56
32	ZrO <sub>2</sub>	74.74
33	SiO <sub>2</sub>	101.32
34	ZrO <sub>2</sub>	63.57
35	SiO <sub>2</sub>	74.36
36	ZrO <sub>2</sub>	51.69
37	SiO <sub>2</sub>	80.51
38	ZrO <sub>2</sub>	58.33
39	SiO <sub>2</sub>	80.3
40	ZrO <sub>2</sub>	55.42
41	SiO <sub>2</sub>	75.17
42	ZrO <sub>2</sub>	51.19
43	SiO <sub>2</sub>	59.02
44	ZrO <sub>2</sub>	46.44
45	SiO <sub>2</sub>	81.14
46	ZrO <sub>2</sub>	62.09
47	SiO <sub>2</sub>	88.75
48	ZrO <sub>2</sub>	50.23
49	SiO <sub>2</sub>	1163

Figur: 4

Schicht	Material	Dicke (nm)
Substrat	Quarz	
1	SiO <sub>2</sub>	151.43
2	ZrO <sub>2</sub>	37.66
3	SiO <sub>2</sub>	149.54
4	ZrO <sub>2</sub>	66.79
5	SiO <sub>2</sub>	110.14
6	ZrO <sub>2</sub>	93.52
7	SiO <sub>2</sub>	117.38
8	ZrO <sub>2</sub>	88.88
9	SiO <sub>2</sub>	116.51
10	ZrO <sub>2</sub>	76.72
11	SiO <sub>2</sub>	118.23
12	ZrO <sub>2</sub>	90.96
13	SiO <sub>2</sub>	119.81
14	ZrO <sub>2</sub>	86.07
15	SiO <sub>2</sub>	106.82
16	ZrO <sub>2</sub>	72.03
17	SiO <sub>2</sub>	143.65
18	ZrO <sub>2</sub>	22.93
19	SiO <sub>2</sub>	572.31
20	ZrO <sub>2</sub>	63.23
21	SiO <sub>2</sub>	103.91
22	ZrO <sub>2</sub>	80.34
23	SiO <sub>2</sub>	79.08
24	ZrO <sub>2</sub>	68.33
25	SiO <sub>2</sub>	61.45
26	ZrO <sub>2</sub>	73.94
27	SiO <sub>2</sub>	105.88
28	ZrO <sub>2</sub>	66.43
29	SiO <sub>2</sub>	92.06
30	ZrO <sub>2</sub>	59.91
31	SiO <sub>2</sub>	71.49
32	ZrO <sub>2</sub>	62.9
33	SiO <sub>2</sub>	120.8
34	ZrO <sub>2</sub>	58.68
35	SiO <sub>2</sub>	109.5
36	ZrO <sub>2</sub>	35.06
37	SiO <sub>2</sub>	393.23
38	ZrO <sub>2</sub>	42.58
39	SiO <sub>2</sub>	87.7
40	ZrO <sub>2</sub>	53.39
41	SiO <sub>2</sub>	71.32
42	ZrO <sub>2</sub>	58.72
43	SiO <sub>2</sub>	58.65
44	ZrO <sub>2</sub>	58.57
45	SiO <sub>2</sub>	78.52
46	ZrO <sub>2</sub>	42.8
47	SiO <sub>2</sub>	91.05
48	ZrO <sub>2</sub>	35.55
49		

PCT/IB2004/050292

